

Consciously Transfusion of Blood Products. Systematic Review of Indicative Factors for Blood Components Infusion's Trigger

Ricardo Bittencourt, TEA ¹, José Costa, TSA ², José Eduardo de Oliveira Lobo, TSA ³, Fábio Costa Aguiar, TEA ⁴

Summary: Bittencourt R, Costa J, Lobo JEO, Aguiar FC – Consciously Transfusion of Blood Products. Systematic Review of Indicative Factors for Blood Components Infusion's Trigger.

Background and objectives: With the surgical and anesthetic technology advance the indications for intervention are expanding, as well as the need for blood transfusions. Because of its great scientific value, the content to be exposed is subject for endless discussions that provide different guidelines in various clinical and laboratory aspects. The objective of this review is to determine the clinical, laboratorial, and monitoring signs that should guide blood transfusion initiation, avoiding any risk and unnecessary use of resources, as well as the delay on starting therapy, determining tissue hypoxia and its corollaries.

Content: Scientific articles of clinical trials and reviews were used to range various subjects approached in the present content. These subjects were divided according to clinical and laboratorial aspects. Once the described search finished, 2,608 papers were identified, but only 17 original references were selected by inclusion criteria.

Conclusions: Literature is unclear about clinical criteria on the ideal moment to begin the transfusion therapy in order to optimize the relations risk/ and cost/benefit. Studies show that there is no significant difference of oxygen supply (O_2) in a comparison of hemoglobin (Hb) levels between 6 and 10 g.dL⁻¹, mainly by reduced blood viscosity, facilitating the vascular flow to tissues. However, there is a tendency to recommend the transfusion trigger (TT) when it reaches low values as 6-7 g.dL⁻¹. This same tendency indicates that red blood cells should never be administered with Hb levels > 10 g.dL⁻¹, except in special situations.

Keywords: Anemia; BloodTransfusion; Cell Hypoxia.

©2012 Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença de [CC BY-NC-ND](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

INTRODUCTION

With the advances in surgical and anesthetic technologies, indications for intervention, and the need for blood transfusions expanded. Because of its great scientific value, this subject provides different guidelines in clinical and laboratory aspects.

The main objective of perioperative transfusion therapy is to reduce morbidity and mortality associated to inadequate O_2 tissue supply during a procedure ¹. Better understanding of

the O_2 transportation, the physiopathology of anemia and the coagulation mechanism allows a reassessment of the real need for transfusion nowadays ². Therefore, indications, contraindications, and complications of blood products infusion are essential for the accurate decision and to promote advantageous cost/benefit and risk/benefit relations. These relations refer respectively to the institution and the binomial medical-staff/patient, as the use of blood and its derivatives are rescuing measures in certain well-specified cases, but involve complex administrative logistics and possible risks to the patient's health ³.

This research's hypothesis is that nowadays, even in metropolitan areas, there is an anticipation in the blood transfuse decision. The objective is to determine clinical, laboratorial and monitoring signs that should guide the blood transfusion initiation, avoiding risk and waste of resources, as well as the delay on initiating the therapy, leading to tissue hypoxia and its corollaries ⁴.

METHOD

Systematic review of original scientific articles, including clinical trials and reviews, on various subjects approached in the present text were divided into guidelines for laboratorial and clinical aspects. Search strategy based itself on the database

Received from the Hospital Naval Marcílio Dias, Brazil.

1. Anesthesiologist, Maternity Carmela Dutra, Santa Catarina

2. Responsible, CET, Anesthesiology Clinic of Hospital Naval Marcílio Dias

3. Co-responsible, CET, Anesthesiology Clinic of Hospital Naval Marcílio Dias

4. Responsible, Pain Services, Hospital Naval Marcílio Dias

Submitted on April 1, 2011.

Approved on August 3, 2011.

Correspondence to:

Ricardo Bittencourt, MD

Maternidade Carmela Dutra

Centro Cirúrgico, Serviço de Anestesiologia

Rua Irmã Benwarda, 208, 2º Andar

Centro

88015270 – Florianópolis, SC, Brazil

E-mail: ricardob22@hotmail.com

Medline (1970-2009). References of elected original articles that met the inclusion criteria were also analyzed in order to find articles that were not identified by the initial search.

The primary variables adopted in this review were: 'transfusion trigger' (TT), 'anemia', 'blood transfusion', 'blood products', 'hemodilution', 'blood replacement', 'lactate', 'pyruvate', and 'anaerobic metabolism'.

RESULTS

Once the described search finished, 2,608 papers were identified, but only 17 original references were elected by the inclusion criteria.

Inaba ⁵, in an article on TT intraoperative, concludes that the minimum demand to maintain an adequate supply of O₂ is 12 mL.kg⁻¹.min⁻¹, and it mentions the United States of America resolution (1988), which determines the surgical transfusion trigger and hemoglobin at 7 g.dL⁻¹, except for cardiac patients.

Von Bormann et al. ⁶ determined that under normal blood volume, patients support low hematocrit at 20% due to lower viscosity and consequent blood velocity increase. They report that patients who refused to receive blood transfusions - such as Jehovah's Witnesses - shown up to 11% hematocrit during cardiopulmonary bypass (CPB). Their mortality results were similar to patients who decided to receive blood products in order to increase O₂ supply in cardiac surgery. Authors concluded that hemoglobin (Hb) > 9 g.dL⁻¹ does not necessarily increase O₂ supply to tissues. Another recent report suggests that there is no evidence that mild anemia impairs healing or increases bleeding or hospitalization period of time ⁷.

Weil et al. ⁸, in an article on clinical studies of lactate and pyruvate as severity indicators of acute circulatory deficit, demonstrated that lactate is the laboratorial indicator that keeps the closest correlation with the imbalance between O₂ supply and O₂ consumption, considering lactate > 2 mmol.L⁻¹ for surgical patients as reference. Mortality increases from 10% to 90% when lactate goes from 2.1 to 8 mmol.L⁻¹.

Pyruvate ratio with O₂ accumulated debt was not statistically significant in any partial studied (p > 0.10). As final result, lactate failed to predict mortality in only 11% of the cases when compared to the pyruvate failure (21%) and its variables; excess lactate (14%) and lactate/pyruvate ratio (23%).

Smith et al. ⁹ analyzed excess basis as prognosis for patients admitted into intensive care, correlating values < -4 with lactate > 1.5 mmol.L⁻¹.

In a study of Mekontso-Dessap et al. ¹⁰, they experienced O₂ and CO₂ variables in monitored patients with pulmonary artery catheter (PAC). They assessed that among all possible parameters the relationship between the CO₂ arteriovenous difference and O₂ arteriovenous content ($\Delta\text{PCO}_2/\text{C(a-v)O}_2$) is the one that best correlates to the anaerobic metabolism. In addition to that, the value from 1.4 presented 79% sensitivity and 84% specificity with 86% positive and 80% negative predictive values for hyperlactatemia (lactate > 2 mmol.L⁻¹). The O₂ tissue uptake (VO₂) was lower in "lactate+" group than in the "lactate-" group (109 ± 41 vs 127 ± 32; p < 0.01), with

no significant difference in the other parameters collected by CAP, such as venous saturation oxygen (SvO₂), tissue oxygenation supply (DO₂), C(a-v)O₂ or oxygen extraction rate (O₂ER). The ΔPCO_2 was higher in "lactate+" group than in "lactate-" group (3.8 ± 2.0 vs 6.1 ± 2.7; p < 0.001). In a similar way $\Delta\text{PCO}_2/\text{C(a-v)O}_2$ was higher in the "lactate+" in comparison to the "lactate-" (2.0 ± 0.9 vs 1.1 ± 0.6; p < 0.0001).

Table I shows other variables, relating to the confidence intervals:

Hébert et al. ¹¹, comparing liberal transfusion (Hb < 10 g.dL⁻¹) with restrictive transfusion (Hb < 7 g.dL⁻¹) in critical patients, concluded that the trigger "10-30" previously proposed was inefficient. It leads to 54% abusive use of blood products and millions of dollars annually spent in the U.S., increasing transfusion therapy risks. In this study, increased mortality was measured after 30 days in critically ill patients in the liberal transfusion group (18.7% vs 23.3%, p = 0.11), with higher mortality during hospitalization as well (22.2% vs 28.1%, p = 0.05).

Vincent et al. ³ in a prospective observational study of transfusion in critically ill patients found no direct relationship between the number of transfused RBCs units and the mortality rates, mainly related to immunosuppression inherent in blood transfusion.

Table I – O₂ and CO₂ Variables

Parameter	Correlation Coeff. (r)	p
Sat. O ₂	-0.01	0.94
SvO ₂	0.14	0.09
DO ₂	0.13	0.1
C(a-v)O ₂	-0.26	0.01
VO ₂	-0.35	< 0.0001
O ₂ ER	-0.16	0.05
PaCO ₂	-0.26	< 0.01
ΔPCO_2	0.28	< 0.01
PvCO ₂	-0.2	0.01
$\Delta\text{PCO}_2/\text{C(a-v)O}_2$	0.57	< 0.0001

DISCUSSION

Physiopathology that responds by circulatory shock due to bleeding/anemia is a critical reduction in the transport of vital nutrients and metabolic requirements of tissues and organs. When there is circulation irregularity, secondary to reduced blood volume (BV), O₂ supply becomes scarce determining extensive cell dysfunction and ischemic injury. Under normal conditions, DO₂ - O₂ amount carried to tissue per minute - remains approximately 950 to 1,150 mL.min⁻¹. It is represented by the product of cardiac output (C.O.) with the arterial oxygen content (CaO₂) multiplied by 10 [C.O. x CaO₂ x 10]. The VO₂ - O₂ body consumption in one minute - is around 200 to 250 mL.min⁻¹, and is calculated by multiplying the C.O. by the O₂ arteriovenous difference (C(a-v)O₂) [C.O. x C(a-v)O₂]. In resting condition, O₂ consumption represents only 25% of total supply ¹².

In an early deficit stage, the main mechanism to compensate supply drop is the fraction increase of the O_2 extraction by tissues, that normally ranges between 22% to 30%. As heart muscle has a high metabolism, the extraction rate is usually above 70%, not benefiting from the extraction ratio increase during the O_2 deficit. In normal coronary arteries, this condition is offset by vasodilation with increased blood flow (BF) to the myocardium. However, on coronary artery disease, this expansion capacity is reduced, explaining the trigger transfusion displacement for $Hb = 10 \text{ g.dL}^{-1}$.

In theory, when the DO_2 is reduced to $8 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, the VO_2 is also reduced. This reduction during shock is closely related to the presence of lactic acidosis, and it consequently affects the survival rate.

As the opportunity to measure metabolic requirements is usually difficult to set during surgery and in poor hemodynamic conditions, there are practical methods to determine the indirect O_2 supply and consumption. During the anaerobic metabolism, the aerobic oxidation of the tricarboxylic acid is blocked, and the oxidation of nicotinamide adenine dinucleotide ($NADH_2$) to NAD is controlled by the absence of O_2 . Thus, in the presence of lactate dehydrogenase it tilts the reaction favoring the accumulation of lactate, an element closely related to the shock severity⁸. Reductions in CaO_2 because of blood loss need a compensatory increase in one of the DO_2 formula variables for the suitable supply. This compensatory increase results from the C.O. elevation via the peripheral vascular resistance reduction due to lower blood viscosity.

Analysis of the selected articles concludes that TT is essentially personal, varying according to individual characteristics (age, physical status, presence or absence of cardiovascular co-morbidities, lung and kidney diseases, and clinical signs of pre-, peri- and postoperative¹³) in composition with laboratorial indicators properly evaluated^{7-9,10,14}.

Blood products transfusion should be based on criteria and without delay. However, once it is indicated, the transfusion professional must do it according to basic physiology, such as shock, energy generation by anaerobic mechanism, and concisely assessment of hemodynamic variables and tissue oxygenation, as well as the precise analysis of arterial and venous gases^{3,8-10,14,15}.

The good knowledge of resulting changes from blood storage is essential. These changes include: thrombocytopenia, reduction of coagulation factors V and VIII, metabolic acidosis by lactic acid increase and bicarbonate decrease, hyperpotasemia, hemolysis and decreased levels of ATP, and 2,3 DPG, with a resulting change in the dissociation curve and increased hemoglobin affinity for O_2 , which hinders its release to tissues. The transfused blood cells synthesize 2,3 DPG normalizing the release to tissues after 12 to 36 hours approximately. It shows that the stored red cells infusion does not increase the immediate supply of O_2 to tissues^{2,3,15}.

The evaluation should begin in the preoperative period with a thorough review of medical records, accompanied by a detailed anamnesis in search of pathologies - e.g. cardiovascular, nephropathy and coagulopathy - and regular use of medications, vitamins or herbs that may affect coagulation, which

may ultimately influence the TT. One should also inquire about previous exposure to drugs such as aprotinin or protamine, for potential allergic reactions. The complement to this strategy is the adoption of laboratory tests, Hb measurement, hematocrit and coagulation profile, which is suggested in the literature for predicting the need for hematologic support^{2,13}.

When there are coagulation problems related to the interference of factors II, VII, IX and X as in the case of warfarin^{2,13}, the available drugs include antifibrinolytics, acid-epsilon-amino caproic acid, tranexamic acid and vitamin K.

Preventive measures for the allogeneic transfusion include the early blood collection 21, 14 and 7 days before surgery. Pharmacological stimulation of erythropoiesis with erythropoietin at a dose of 600 UI.kg^{-1} must occur in this same collection interval, including the days of surgery^{2,4,13}, hypotensive anesthesia and acute normovolemic hemodilution, when blood loss is expected to exceed 20% of volume^{2,16}.

This method's compensatory mechanisms include an increase in DC, changes in blood rheological characteristics, and deviation of hemoglobin saturation curve to the right, with increased O_2 extraction by tissues. The intraoperative blood recovery is another valid strategy to prevent allogeneic transfusion. This technique is indicated 1) for blood losses estimated as more than 20% BV; 2) surgical procedures requiring transfusion in more than 10% of patients; 3) surgeries averaging over one transfusion unit; and 4) patients who cannot or refuse to have allogeneic transfusions. The contraindications are often by contamination of the recovered blood. There are studies in the literature showing a higher incidence of metastasis after intraoperative blood recovery in oncology surgeries due to non removal of tumor cells by this method^{2,13}.

Recommendations for intraoperative management include direct visualization and approach with the surgical team monitoring microvascular excessive blood loss; monitoring of inadequate perfusion and oxygenation of vital organs by conventional signs such as heart rate (HR), blood pressure (BP), urinary output, SpO_2 and change in systolic blood pressure (SBP), which measures the difference in SBP between the inspiratory and expiratory phase of mechanical ventilation. Variations above 10 mm Hg are suggestive of hypovolemia. Special monitoring tests include echocardiography, measurement of gastric mucosal pH, mixed venous oxygen saturation and blood gas analysis, but they are limited.

In addition to these parameters, indications for transfusion based on laboratorial values such as serial plasma Hb levels, generally indicated with 6 g.dL^{-1} , should be maintained, especially in acute anemia. Hb levels $> 10 \text{ g.dL}^{-1}$ are usually enough and transfusion is usually not recommended, as the O_2 concentration can remain constant between that 10 and 15 g.dL^{-1} ⁷. The indications for the intermediate values are based on evidence of potential or actual ischemia, bleeding magnitude, and risk factors for complications of inadequate oxygenation and perfusion, including low cardiopulmonary reserve and high VO_2 ^{2,13}.

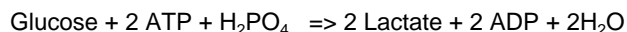
The handling of intraoperative coagulopathy includes visualization of the surgical field, blood aspiration, drain losses, gauze and bandages. It should also contemplate the laboratory test of the coagulation profile, supported by the literature.

Platelet transfusion is always considered after its blood dosing, and functional test are applied when there is impairment suspicion, such as in the use of antiplatelet agents. The infusion of platelets is rarely indicated for blood levels over $100.10^3.\text{mm}^{-3}$ and is generally indicated for levels below $50.10^3.\text{mm}^{-3}$. The decision to transfuse between these values should be based on the possibility of dysfunction and surgeries in confined spaces, as eye and brain. The prophylactic transfusion for thrombocytopenia secondary to platelet destruction is ineffective and contraindicated ^{2,13}.

Fresh frozen plasma (FFP) can be considered after coagulation tests (PT, INR and PTT), but never being infused if these tests results are normal. The indications for surgery are limited to: 1) treatment of excessive microvascular bleeding with APT if evidence is greater than 1.5 times the standard reference, ISI is greater than 2, and TTP is two times greater than the reference; 2) correction of microvascular bleeding secondary to deficiency of coagulation factors in patients transfused more than one with BV (70 mL.kg^{-1}), considering that coagulation tests were not obtained immediately; 3) urgent reversal of warfarin with dose between 5 and 8 mL.kg^{-1} ; 4) correction of unknown clotting factor, or the moment when the specific concentrate is not available; and 5) resistance to heparin (antithrombin deficiency III) in patients requiring heparin. FFP is never indicated with osmotic intention or as fluid replacement. Usually the dose $15 \text{ to } 20 \text{ mL.kg}^{-1}$ is required to achieve from 20% to 30% of factors, enough to normalize the clotting tests ^{2,13,17}. The use of FFP to treat dilutional coagulopathy massive transfusion in the absence of diffuse microvascular bleeding is not supported in the literature and may not even be necessary to replace 15 to 20 red blood cells concentrate.

Cryoprecipitate transfusion is rarely indicated if the fibrinogen count is over 150 mg.dL^{-1} , being recommended to: 1) values between 80 and 100 mg\% in the presence of evident microvascular bleeding; 2) microvascular bleeding in patients transplanted with large volumes, when the fibrinogen level cannot be measured immediately; and 3) patients with congenital fibrinogen ¹³. The use of desmopressin and local haemostatics is indicated ¹³ (Table II).

Measuring the blood lactate is a practical and indirect assessment method of tissue oxygenation deficit, which is extremely useful in orientating transfusion therapy. Lactate is the final product of anaerobic glycolysis, and is usually produced at a rate of $1 \text{ mmol.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$, with pyruvate as the sole source. This reaction may be expressed as:



Generated lactate can be used as primary substrate for oxidation (energy source), allowing the conclusion that the anaerobic metabolism is the major source of serum lactate.

Although lactate is an excellent substrate for anaerobic analysis, this parameter should be analyzed carefully, noting that other conditions can also raise it. However it does not mean O_2 deprivation, as in the presence of sepsis, infusion of adrenaline, thiamine deficiency, respiratory or metabolic alkalosis, hepatic and nitroprusside poisoning ¹⁴. Although these

Table II – Use of Desmopressin and Local Hemostatics

Coagulation Factor	Concentration for hemostasis	Average life span of factor
I – fibrinogen	1 g.L^{-1}	4 to 6 days
II – prothrombin	0.4 UI.mL^{-1}	2 to 3 days
V	$0.1 \text{ to } 0.15 \text{ UI.mL}^{-1}$	12 hours
VII	$0.05 \text{ to } 0.1 \text{ UI.mL}^{-1}$	2 to 6 hours
VIII	$0.1 \text{ to } 0.4 \text{ UI.mL}^{-1}$	8 to 12 hours
IX	$0.1 \text{ to } 0.4 \text{ UI.mL}^{-1}$	18 to 24 hours
X	$0.1 \text{ to } 0.15 \text{ UI.mL}^{-1}$	2 days
XI	0.3 UI.mL^{-1}	3 days
XII	-	-

conditions may confuse the assessment, it should be borne in mind that in the presence of hyperlactatemia in good tissue perfusion, the buffer mechanism is able to compensate the decrease in pH, not being possible during hypoperfusion ⁹.

Even if the lactate is a pyruvate substrate, in addition to other lactate derived as lactate excess and the relation L/P, they do not have statistical significance to establish a relation with the mortality.

Another parameter that is related to blood lactate concentration is Excess Base (EB). According to Smith et al. ⁹, there is a relation between base excess and blood lactate by tissue hypoxia and dysoxia, being a reasonable parameter for early fluid-restitution/transfusion if other indicators also point out to this type of deficit. Severity of excess base should be based according to the following classification: mild (-3 to -5), moderate (-6 to -14) and severe (> -15).

Under conditions of tissue hypoxia, total CO_2 production is greater than the O_2 consumption. That is because CO_2 production under anaerobic conditions occurs primarily by the buffering of excess protons generated by the hydrolysis of bicarbonate ATP.

CONCLUSION

There are no well defined clinical criteria to indicate the ideal moment for transfusion therapy initiation. Arbitrary values are inadequate to define when the hemotherapy is indicated. Each patient must be individually evaluated, with specific strategies for bleeding prevention until components replacement. Therapy should not be indicated with hemoglobin above 10 mg.dL^{-1} , unless special situations in which there is no significant difference in the O_2 supply when Hb levels between 10 and 15 g.dL^{-1} are compared. The association of clinical and laboratory indicators of tissue dysoxia seems to be a good strategy for assessing the need for transfused blood, being generally correlated with Hb levels of 6 mg.dL^{-1} . For intermediate values, individual assessment for each patient is more appropriate.

ACKNOWLEDGEMENTS

Special thanks to Dr. Mário José da Conceição, for his kind collaboration with patient reviews, constructive criticism and more than helpful and brilliant opinions.

Transfusão Consciente de Hemoderivados. Revisão Sistemática dos Fatores Indicativos do Gatilho para a Infusão dos Componentes Sanguíneos

Ricardo Bittencourt, TEA ¹, José Costa, TSA ², José Eduardo de Oliveira Lobo, TSA ³, Fábio Costa Aguiar, TEA ⁴

Resumo: Bittencourt R, Costa J, Lobo JEO, Aguiar FC – Transfusão Consciente de Hemoderivados. Revisão Sistemática dos Fatores Indicativos do Gatilho para a Infusão dos Componentes Sanguíneos.

Justificativa e objetivos: Com o avanço da tecnologia cirúrgica e anestésica, expandem-se as indicações de intervenção, assim como, em muitos casos, a necessidade de transfusão de hemoderivados. Com grande valor científico, o tema a ser exposto é alvo de infindáveis discussões que fornecem diferentes diretrizes nos diversos aspectos clínicos e laboratoriais. O objetivo dessa revisão é determinar os sinais clínicos, laboratoriais e de monitoração que devem guiar o início da hemotransfusão, evitando-se qualquer risco e o uso desnecessário de recursos, além da demora no início da terapia, determinando hipóxia tecidual e suas consequências.

Conteúdo: Foram utilizados artigos científicos de ensaios clínicos e revisões sobre vários assuntos abordados no presente conteúdo. Estes foram divididos em orientações segundo aspectos clínicos e laboratoriais. Após a aplicação da estratégia de busca acima relatada, foram identificados 2.608 artigos científicos do gênero, porém somente 17 referências originais foram selecionadas pelos critérios de inclusão.

Conclusões: A literatura é incerta sobre os critérios clínicos que devem guiar o ponto ideal de início da terapia transfusional, de maneira a se otimizar as relações risco/custo/benefício. Estudos revelam que não existe diferença significativa da oferta de oxigênio (O_2) quando se comparam níveis de hemoglobina (Hb) entre 6 e 10 g.dL⁻¹, principalmente pela redução da viscosidade sanguínea, facilitando o fluxo vascular aos tecidos. Existe, no entanto, uma tendência de se recomendar o gatilho da transfusão (GT) sempre que ela atinja valores tão baixos quanto 6-7 g.dL⁻¹. Essa mesma tendência indica que hemácias nunca devem ser administradas com Hb em níveis maiores do que 10 g.dL⁻¹, exceto em situações especiais.

Unitermos: COMPLICAÇÕES, Anemia; Hipóxia Celular; SANGUE, Transfusão.

©2012 Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND

INTRODUÇÃO

Com o avanço das tecnologias cirúrgica e anestésica expandem-se as indicações de intervenção e, em muitos casos, a necessidade de transfusão de hemoderivados. Com grande valor científico, o tema fornece diferentes diretrizes nos aspectos clínicos e laboratoriais.

O principal objetivo da terapia transfusional perioperatória é reduzir a morbimortalidade associada à oferta inadequada de O_2 tecidual durante o procedimento ¹. O melhor entendimento do transporte de O_2 , da fisiopatologia da anemia e do mecanismo da coagulação possibilita a reavaliação da real neces-

sidade da transfusão nos dias de hoje ². Torna-se, portanto, imprescindível o conhecimento das indicações, contraindicações e complicações da infusão de hemoderivados para que a decisão seja acurada e fomente relações custo/benefício e risco/benefício vantajosas. Estas relações se aplicam respectivamente à instituição e ao binômio equipe-médica/paciente, uma vez que a utilização de sangue e seus derivados são medidas salvadoras em casos bem indicados, mas envolvem complexa logística administrativa e possibilidade de risco à saúde do paciente ³.

A hipótese desta pesquisa é de que, atualmente, mesmo em grandes centros, existe uma antecipação na decisão de se hemotransfundir. O objetivo é determinar os sinais clínicos, laboratoriais e de monitoração que deverão guiar o início da hemotransfusão, evitando-se o risco e o desperdício de recursos, além da demora no início da terapia que pode levar à hipóxia tecidual e suas consequências ⁴.

MÉTODO

Revisão sistemática de artigos científicos originais, incluindo ensaios clínicos e revisões, sobre vários assuntos abordados no texto a ser apresentado, foram divididas em orientações segundo aspectos clínicos e laboratoriais. A estratégia de busca usada teve foco na base de dados Medline (1970-2009). As referências dos artigos originais selecionados que se enqua-

Recebido do Hospital Naval Marcílio Dias, Brasil.

1. Anestesiologista, Maternidade Carmela Dutra, Santa Catarina

2. Responsável, CET, Clínica de Anestesiologia do Hospital Naval Marcílio Dias

3. Corresponsável, CET, Clínica de Anestesiologia do Hospital Naval Marcílio Dias

4. Responsável, Serviço de Dor, Hospital Naval Marcílio Dias

Submetido em 1 de abril de 2011.

Aprovado para publicação em 3 de agosto 2011.

Correspondência para:

Dr. Ricardo Bittencourt

Maternidade Carmela Dutra

Centro Cirúrgico, Serviço de Anestesiologia

Rua Irmã Benwarda, 208, 2º Andar

Centro

88015270 – Florianópolis, SC, Brasil

E-mail: ricardob22@hotmail.com

draram nos critérios de inclusão também foram analisadas com o objetivo de encontrar artigos que não foram identificados pela estratégia inicial de busca.

As variáveis primárias adotadas nesta revisão foram: gatilho de transfusão (GT), anemia, transfusão sanguínea e de hemoderivados, hemodiluição, reposição sanguínea, lactato, piruvato e metabolismo anaeróbico.

RESULTADOS

Após a aplicação da estratégia de busca acima relatada foram identificados 2.608 artigos científicos do gênero, porém somente 17 referências originais foram selecionadas pelos critérios de inclusão.

Inaba ⁵, em artigo sobre o GT intraoperatório, conclui que a demanda mínima para se manter adequado aporte de O₂ é de 12 mL.kg⁻¹.min⁻¹, e faz menção à resolução dos Estados Unidos da América (EUA), de 1988, onde se determina o gatilho transfusional operatório e hemoglobina de 7 g.dL⁻¹, exceto para pacientes cardiopatas.

Von Bormann e col. ⁶ determinaram que em condições de normovolemia, pacientes suportam hematócritos tão baixos quanto 20% em virtude da menor viscosidade e consequente maior velocidade sanguínea. Relatam ainda que pacientes, como testemunhas de Jeová, que se recusaram a receber transfusões sanguíneas em cirurgias cardíacas exibiram hematócritos de até 11% durante a circulação extracorpórea (CEC). Seus resultados de morbimortalidade foram similares aos de pacientes que decidiram receber hemocomponentes com o intuito de elevar a oferta de O₂. Os autores concluíram também que hemoglobina (Hb) > 9 g.dL⁻¹ não necessariamente incrementa a oferta de O₂ aos tecidos. Outra publicação sugere que não há evidências de que a anemia leve prejudique a cicatrização ou aumente o sangramento e o tempo de hospitalização ⁷.

Weil e col. ⁸, em artigo sobre estudos clínicos do lactato e do piruvato como indicadores de gravidade do déficit circulatório agudo, demonstraram que o lactato é o indicador laboratorial que guarda a correlação mais estreita com o desequilíbrio entre a oferta e consumo de O₂, sendo lactato > 2 mmol.L⁻¹ referência indicativa deste quadro para os pacientes cirúrgicos. Atesta-se um aumento da mortalidade de 10% para 90% quando valores de lactato passam de 2,1 para 8 mmol.L⁻¹.

A relação do piruvato com o débito acumulado de O₂ não foi estatisticamente significativa em nenhuma parcial estudada (p > 0,10). Como resultado final, o lactato falhou ao prever a mortalidade em apenas 11% dos casos, comparada com a falha do piruvato (21%) e suas variáveis como excesso de lactato (14%) e relação lactato/piruvato (23%).

Smith e col. ⁹ analisaram o base excess como prognóstico para pacientes internados para terapia intensiva, correlacionando valores < -4 com valores de lactato > 1,5 mmol.L⁻¹.

Em um estudo de Mekontso-Dessap e col. ¹⁰, eles experimentaram as variáveis O₂ e CO₂ em pacientes monitorados com cateter de artéria pulmonar (CAP). Avaliaram que dentre

todos os parâmetros possíveis, a relação entre a diferença venoarterial de CO₂ e conteúdo arteriovenoso de O₂ ($\Delta\text{PCO}_2/\text{C(a-v)O}_2$) é a que melhor se correlaciona com o metabolismo anaeróbico, e o valor a partir de 1,4 apresentou sensibilidade de 79% e especificidade de 84% com valor preditivo positivo de 86% e negativo de 80% para hiperlactatemia (lactato > 2 mmol.L⁻¹). A necessidade tecidual de O₂ (VO₂) foi menor no grupo "lactato+" comparado ao grupo "lactato-" (109 ± 41 vs 127 ± 32; p < 0,01), não havendo diferença significativa com relação aos outros parâmetros coletados pelo CAP, como saturação venosa de oxigênio (SvO₂), oferta tecidual de oxigênio (DO₂), C(a-v)O₂ ou taxa de extração de oxigênio (O₂ER). A ΔPCO_2 foi maior no grupo "lactato+" em relação ao grupo "lactato-" (3,8 ± 2,0 vs 6,1 ± 2,7; p < 0,001). Similarmente, a $\Delta\text{PCO}_2/\text{C(a-v)O}_2$ foi maior no grupo "lactato+" comparado ao grupo "lactato-" (2,0 ± 0,9 vs 1,1 ± 0,6; p < 0,0001).

A Tabela I apresenta as variáveis, relacionando os intervalos de confiança:

Hébert e col. ¹¹, comparando transfusão liberal (Hb < 10 g.dL⁻¹) com transfusão restritiva (Hb < 7 g.dL⁻¹) em pacientes críticos, concluíram que o gatilho "10-30" proposto anteriormente foi ineficiente e acarreta uso abusivo de 54% de hemoderivados com gastos anuais milionários nos EUA, o que aumenta os riscos inerentes à terapia transfusional. Nesse estudo foi auferida maior mortalidade após 30 dias em pacientes críticos no grupo de transfusão liberal (18,7% vs 23,3%; p = 0,11) com mortalidade durante hospitalização também maior (22,2% vs 28,1%; p = 0,05).

Vincent e col. ³, em estudo observacional prospectivo sobre transfusão em pacientes críticos, observaram relação direta entre o número de unidades de hemácias transfundidas e as taxas de mortalidade, relacionadas principalmente com a imunossupressão inerentes à hemotransfusão.

Tabela I – Variáveis O₂ e CO₂

Parâmetro	Coef. de correlação (r)	p
Sat. O ₂	-0,01	0,94
SvO ₂	0,14	0,09
DO ₂	0,13	0,1
C(a-v)O ₂	-0,26	0,01
VO ₂	-0,35	< 0,0001
O ₂ ER	-0,16	0,05
PaCO ₂	-0,26	< 0,01
ΔPCO_2	0,28	< 0,01
PvCO ₂	-0,2	0,01
$\Delta\text{PCO}_2/\text{C(a-v)O}_2$	0,57	< 0,0001

DISCUSSÃO

A fisiopatologia que responde pelo choque circulatório decorrente da hemorragia/anemia é uma crítica redução no transporte de nutrientes vitais e para os requisitos metabólicos de órgãos e tecidos. Quando existe irregularidade da circulação, secundária à redução do volume sanguíneo (VS), a oferta de

O₂ fica escassa determinando extensa disfunção celular e injúria isquêmica. Em condições normais, a DO₂ (montante de O₂ carregado aos tecidos por minuto) permanece aproximadamente entre 950 a 1.150 mL.min⁻¹, e é representada pelo produto do débito cardíaco (DC) com o conteúdo arterial de oxigênio (CaO₂) multiplicados por 10 [DC x CaO₂ x 10]. A VO₂ – consumo de O₂ pelo organismo em um minuto –, por sua vez, gira em torno de 200 a 250 mL.min⁻¹, e é calculada pelo produto do DC pela diferença arteriovenosa de O₂ (C(a-v)O₂) [DC x C(a-v)O₂]. Em condições de repouso, portanto, o consumo de O₂ representa somente aproximadamente 25% da oferta ¹².

Em estágios iniciais de déficit, o principal mecanismo para compensar a queda da oferta é o aumento da fração de extração de O₂ pelos tecidos, que normalmente se situa entre 22% a 30%. Como a musculatura cardíaca apresenta alto metabolismo, normalmente a taxa de extração é superior a 70%, não se beneficiando, com isso, do aumento da taxa de extração na vigência do déficit de O₂. Em coronárias normais, essa situação é compensada pela vasodilatação com aumento do fluxo sanguíneo (FS) para o miocárdio, porém, em coronariopatias, essa capacidade de dilatação é reduzida, explicando-se o deslocamento do gatilho da transfusão para valores de Hb = 10 g.dL⁻¹.

Em teoria, quando a DO₂ é reduzida a 8 mL.kg⁻¹.min⁻¹, a VO₂ também se reduz. Essa redução durante o choque está intimamente relacionada ao aparecimento da acidose láctica e, conseqüentemente, afeta a sobrevivência. Como a oportunidade de mensuração dos requisitos metabólicos geralmente é de difícil aferição durante cirurgias e em condições hemodinâmicas precárias, existem métodos práticos indiretos de se determinar a oferta e consumo de O₂. Durante o metabolismo anaeróbico, a oxidação aeróbica do ácido tricarbóxico é bloqueada, e a oxidação da nicotinamida-adenina dinucleotídeo (NADH₂) em NAD é controlada pela falta de O₂ que, na presença de desidrogenase láctica, pende a reação a favor do acúmulo de lactato, elemento de estreita relação com a gravidade do choque ⁸. Reduções no CaO₂ pela perda sanguínea necessitam do aumento compensatório de uma das variáveis da fórmula de DO₂ para o adequado fornecimento. Esse aumento compensatório é resultante da elevação do DC através da redução da resistência vascular periférica devido à menor viscosidade sanguínea.

A análise dos artigos selecionados conclui que o GT é essencialmente pessoal, variando de acordo com as características de cada indivíduo como idade, estado físico, a presença ou não de comorbidades cardiovasculares, pneumopatias, nefropatias e dos sinais clínicos pré, peri e pós-operatórios ¹³, em composição com indicativos laboratoriais avaliados de forma pertinente ^{7-9,10,14}.

A transfusão de hemoderivados deve ser criteriosa e sem demora. Contudo, uma vez indicada, o transfusionista a deve realizá-la de acordo com conhecimentos de fisiologias básicas, como a do choque, da geração de energia por mecanismo anaeróbico, e interpretar de forma concisa as variáveis hemodinâmicas e de oxigenação tecidual, bem como a análise precisa dos gases arteriais e venosos ^{3,8-10,14,15}.

O conhecimento das alterações decorrentes da estocagem de sangue é fundamental. Essas alterações incluem: trombocitopenia, redução dos fatores de coagulação V e VIII, acidose metabólica por aumento do ácido láctico e diminuição do bicarbonato, hiperpotassemia, hemólise e diminuição dos níveis de ATP e 2,3 DPG, com resultante alteração da curva de dissociação e aumento da afinidade da hemoglobina pelo O₂, o que dificulta a sua liberação para os tecidos. Os glóbulos transfundidos sintetizam 2,3 DPG, normalizando a liberação aos tecidos aproximadamente após 12 a 36 horas, evidenciando que a infusão de hemácias estocadas não aumenta de imediato a oferta de O₂ aos tecidos ^{2,3,15}.

A avaliação deve começar no pré-operatório com uma revisão minuciosa do prontuário, acompanhada de detalhada anamnese à procura de patologias como as cardiovasculares, nefropatias e coagulopatias, além do uso regular de medicações, vitaminas ou ervas que possam afetar a coagulação, o que, em última instância, deverá influenciar no GT. Deve-se também questionar sobre exposição prévia a drogas como aprotinina ou protamina, em função de potenciais reações alérgicas. O complemento a essa estratégia é a adoção de exames laboratoriais, dosagem de Hb, hematócrito e perfil de coagulação, que é sugerido pela literatura por predizer a necessidade de suporte hematológico ^{2,13}.

Quando existem problemas de coagulação relacionados à interferência dos fatores II, VII, IX e X, como no caso do uso de warfarina ^{2,13}, as medicações a serem oferecidas incluem antifibrinolíticos, ácido épsilon-amino-capróico, ácido tranexâmico e vitamina K.

As medidas de prevenção para a transfusão alogênica incluem a coleta antecipada de sangue 21, 14 e 7 dias antes da cirurgia. A estimulação farmacológica da eritropoiese com eritropoetina na dose de 600 UI.kg⁻¹ deve ocorrer neste mesmo intervalo de coleta, incluindo ainda o dia da cirurgia ^{2,4,13}, da anestesia hipotensiva e da hemodiluição normovolêmica aguda, quando se é esperada uma perda sanguínea superior a 20% da volemia ^{2,16}.

Os mecanismos compensatórios deste método incluem aumento do DC, alterações das características reológicas do sangue e desvio da curva de saturação da hemoglobina para a direita, com maior extração de O₂ pelos tecidos. A recuperação intraoperatória de sangue é outra estratégia válida como prevenção da transfusão alogênica. Tal técnica é indicada: 1) para perdas sanguíneas estimadas em mais de 20% do VS; 2) procedimentos cirúrgicos que necessitem de transfusão em mais de 10% dos pacientes; 3) cirurgias com média de transfusão acima de uma unidade; e 4) pacientes que não podem ou se recusam a ter transfusões alogênicas. As contraindicações são geralmente por contaminação do sangue recuperado. Existem trabalhos na literatura demonstrando maior incidência de metástase após recuperação intraoperatória de sangue em cirurgias oncológicas devido à não remoção de células tumorais por este método ^{2,13}.

As recomendações para manejo intraoperatório incluem a visualização direta e abordagem com a equipe cirúrgica da monitoração da perda sanguínea microvascular excessiva; monitoração da perfusão e oxigenação inadequadas

de órgãos vitais por sinais convencionais como frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA), débito urinário, SpO₂ e a variação de pressão arterial sistólica (PAS), que afere a diferença entre as PAS na fase inspiratória e na expiratória da ventilação mecânica. Variações acima de 10 mm Hg são sugestivas de hipovolemia. Monitorações especiais incluem a ecocardiografia, mensuração de pH de mucosa gástrica, saturação venosa mista e análise de gases sanguíneos, apesar de limitadas.

Somados a esses parâmetros, deve-se manter as indicações de transfusões guiadas por valores laboratoriais, como dosagem seriada de Hb, geralmente indicada com níveis de 6 g.dL⁻¹, especialmente se a anemia é aguda. Níveis de Hb maiores que 10 g.dL⁻¹ geralmente são suficientes e a transfusão usualmente não é recomendada, uma vez que a concentração de O₂ pode permanecer constante entre 10 e 15 g.dL⁻¹ 7. As indicações para os valores intermediários são determinadas por evidências de isquemia potencial ou real, magnitude de sangramento e fatores de risco para complicações de perfusão e oxigenação inadequadas, incluindo baixa reserva cardiopulmonar e alta VO₂ 2,13.

O manejo da coagulopatia intraoperatória inclui visualização do campo cirúrgico, aspiração de sangue, perdas por drenos, gases e compressas. Deve-se também cogitar o teste laboratorial do perfil de coagulação, apoiado pela literatura.

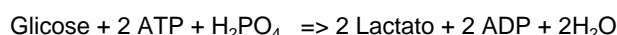
A transfusão de plaquetas é considerada sempre após sua dosagem sanguínea, e os testes funcionais aplicados quando existe a suspeita de disfunção, como no uso de antiagregantes. A infusão de plaquetas raramente é indicada para níveis sanguíneos acima de 100x10³.mm⁻³ e geralmente indicada para níveis inferiores a 50x10³.mm⁻³. A decisão de transfundir entre esses valores deve se basear na possibilidade de disfunção e a realização de cirurgias em locais confinados como olho e cérebro. A transfusão profilática por trombocitopenia secundária à destruição plaquetária é ineficaz e contraindicada 2, 13.

O plasma fresco congelado (PFC) pode ser considerado após testes de coagulação (TAP, INR e PTT), mas nunca infundido caso esses sejam normais. As indicações durante cirurgia são restritas a: 1) tratamento do sangramento microvascular excessivo na evidência de TAP maior do que 1,5 vezes o normal de referência, INR maior do que 2 e PTT 2 vezes maior do que a referência; 2) correção de sangramento microvascular secundário à deficiência dos fatores de coagulação em pacientes transfundidos mais de uma vez com VS (70 mL.kg⁻¹), considerando que testes de coagulação não seriam obtidos de imediato; 3) reversão urgente de warfarina, com dose entre 5 e 8 mL.kg⁻¹; 4) correção de fator de coagulação desconhecido ou quando o concentrado específico não está disponível; e 5) resistência à heparina (deficiência de antitrombina III) em pacientes necessitando de heparina. O PFC nunca é indicado com intuito osmótico ou de reposição volêmica. Geralmente a dose de 15 a 20 mL.kg⁻¹ é necessária para atingir de 20% a 30% dos fatores, o suficiente para normalizar os testes de coagulação 2,13,17. A utilização do PFC para tratamento de coagulopatia diluicional durante a transfusão maciça na ausência de sangramento microvas-

cular difuso não encontra respaldo na literatura, podendo até não ser necessária a reposição de 15 a 20 concentrados de hemácias.

Raramente está indicada transfusão de crioprecipitado se a dosagem de fibrinogênio é superior a 150 mg.dL⁻¹, sendo recomendada para: 1) valores entre 80 e 100 mg% na presença de sangramento microvascular evidente; 2) sangramento microvascular em pacientes transfundidos com grandes volumes, quando a dosagem de fibrinogênio não pode ser afeita prontamente; e 3) pacientes com deficiência congênita de fibrinogênio 13. O uso de desmopressina e hemostáticos locais está indicado 13 (Tabela II).

Um método prático e indireto de avaliação do déficit de oxigenação tecidual extremamente útil para guiar a terapia transfusional é a mensuração do lactato sanguíneo. O lactato é o produto final da glicólise anaeróbia e é, normalmente, produzido numa taxa de 1 mmol.kg⁻¹.h⁻¹, tendo como fonte única o piruvato. Essa reação assim se dá:



O lactato gerado pode ser utilizado como substrato primário para oxidação (fonte de energia), podendo-se concluir que o metabolismo anaeróbico é a principal fonte de lactato sérico.

Embora o lactato seja um excelente substrato para análise de anaerobiose, esse parâmetro deve ser analisado com cuidado, observando-se que outras condições também podem elevá-lo sem, porém, significar privação de O₂, como na presença de sepse, infusão de adrenalina, deficiência de tiamina, alcalose respiratória ou metabólica, disfunção hepática e intoxicação por nitroprussiato 14. Embora essas condições possam confundir a interpretação, deve-se ter em mente que na hiperlactatemia em vigência de boa perfusão tecidual, o mecanismo de tampão é capaz de compensar a queda do pH, não o sendo possível durante a hipoperfusão 9.

Mesmo que o lactato seja um substrato do piruvato, somada a outras derivadas do lactato como excesso de lactato e a relação L/P, eles não possuem significância estatística para estabelecer relação com a mortalidade.

Outro parâmetro que se relaciona com a lactatemia é o Base Excess (BE). Segundo Smith e col. 9, existe relação entre o excesso de base e a lactatemia pela hipóxia tecidual e disó-

Tabela II – Uso de Desmopressina e Hemostáticos Locais

Fator de coagulação	Concentração para hemostase	Vida média do fator
I - fibrinogênio	1 g.L ⁻¹	4 a 6 dias
II - protrombina	0,4 UI.mL ⁻¹	2 a 3 dias
V	0,1 a 0,15 UI.mL ⁻¹	12 horas
VII	0,05 a 0,1 UI.mL ⁻¹	2 a 6 horas
VIII	0,1 a 0,4 UI.mL ⁻¹	8 a 12 horas
IX	0,1 a 0,4 UI.mL ⁻¹	18 a 24 horas
X	0,1 a 0,15 UI.mL ⁻¹	2 dias
XI	0,3 UI.mL ⁻¹	3 dias
XII	-	-

xia, sendo um parâmetro razoável para o início de reposição volêmica/transusão caso outros indicadores também apontem para esse tipo de déficit. Devemos guiar a gravidade do excesso de base de acordo com a classificação a seguir: leve (-3 a -5), moderado (-6 a -14) e severo (> -15).

Em condições de hipóxia tecidual, a produção total de CO_2 é maior do que o consumo de O_2 . Isso acontece porque a produção de CO_2 em condições de anaerobiose ocorre principalmente pelo tamponamento do excesso de prótons, gerado pela hidrólise de ATP do bicarbonato.

CONCLUSÃO

Inexistem critérios clínicos bem definidos para indicar o momento ideal para início da terapia transfusional. Valores arbitrários são inadequados para definir quando a hemoterapia é indicada. Cada paciente deve ser avaliado individualmente traçando-se estratégias para prevenção do sangramento até a reposição dos componentes. A terapia não deve ser indicada com valores de hemoglobina acima de 10 mg.dL^{-1} , salvo situações especiais em que não há diferença significativa na oferta de O_2 quando se comparam níveis de Hb entre 10 e 15 g.dL^{-1} . A associação de indicativos clínicos e laboratoriais de disóxia tecidual parece ser uma boa estratégia para avaliação da necessidade de hemoterapia, sendo geralmente correlacionada a níveis de Hb de 6 mg.dL^{-1} . Para valores intermediários, a avaliação individual de cada paciente é o caminho mais prudente.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial ao Dr. Mário José da Conceição, por sua gentil colaboração, com pacientes revisões, construtivas críticas e, mais do que úteis, brilhantes opiniões.

REFERÊNCIAS/REFERENCES

- Choy YC, Lim WL Ng SH – Audit of Perioperative Blood Transfusion. *Med J Malaysia*, 2007;62:299-302.
- Silva ED, Novo RB – Uso crítico de sangue e seus derivados. *Atual Anestesiol SAESP*, 1997;3:88-107.
- Vincent JL, Baron JF, Reinhart K et al. – Anemia and blood transfusion in critically ill patients. *JAMA*, 2002;288:1499-1507.
- Stulberg BN, Zadzilka JD – Blood management issues. Using blood management strategies. *J Arthroplast*, 2007;22(Suppl4):95-98.
- Inaba S – Allogenic blood transfusion for surgery. *Nihon Geka Gakkai Zasshi*, 2005;106(1):13-17.
- Von Bormann B, Aulich S – Critical hematocrit from the viewpoint of the clinician. *Beitrag zur Infusionstherapie*. 1992;30:216-223 [discussion 247-64].
- Stoelting RK, Miller RD – Bases de anestesia. 4a edição. Editora Roca, 2004.
- Weil MH, Afifi AA – Experimental and clinical studies on lactate and pyruvate as indicators of the severity of acute circulatory failure (Shock). *Circulation (American Heart Association)*, 1970;41:989-1001.
- Smith I, Kumar P, Molloy S – Base excess and lactate as prognostic indicators for patients admitted to intensive care. *Intensive Care Med*, 2001;27:74-83.
- Mekontso-Dessap A, Castelain V, Anguel N et al. – Combination of venoarterial PCO_2 difference with arteriovenous O_2 content difference to detect anaerobic metabolism in patients. *Intensive Care Med*, 2002;28:272-277.
- Hébert PC, Wells G, Blajchman MA et al.; Transfusion Requirements in Critical Investigators For the Canadian Critical Care Trials Group – A multicenter, randomized, controlled clinical trial of transfusion requirements in critical care. *New Eng J Med*, 1999;340(6):409-417.
- Felipe HS, Sannuti Pais RG, Cassano AC, Cozza D, Vargas RAA – Monitorização com cateter de Swan-Ganz: aspectos clínicos. *Arq Bras Med Naval*, 1999;60(01):45-67.
- American Society of Anesthesiologists Task Force on Blood Component Therapy – Practice guideline for blood component therapy. *Anesthesiology*, 1996;84:732-747.
- Knobel E, Akamine N, Junior CJF, Silva E – Terapia intensiva - Hemodinâmica. Rio de Janeiro: Editora Atheneu, 2003.
- Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK – Clinical anesthesia. 5ª edição. Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
- Weiskopf RB – Efficacy of acute normovolemic hemodilution assessed as a function of fraction of blood volume lost. *Anesthesiology*, 2001;94:439-446.
- Diretoria Colegiada da Agência nacional de Vigilância Sanitária – Diretrizes para o uso de plasma fresco congelado - PFC de plasma vírus inativo. Resolução-RDC Nº 10, de 23 de Janeiro de 2004 - DOU de 20/02/2004.

Resumen: Bittencourt R, Costa J, Lobo JEO, Aguiar FC Transfusión Consciente de Hemoderivados. Revisión Sistemática del los Factores Indicativos del Gatillo para la Infusión de los Componentes Sanguíneos.

Justificativa y objetivos: Con el avance de la tecnología quirúrgica y anestésica se han extendido las indicaciones de intervención y en muchos casos, la necesidad de transfusión de hemoderivados. Con un gran valor científico, el tema que se expone es objeto de infinitas discusiones que acaban suministrando diferentes directrices en los diversos aspectos clínicos y laboratoriales. El objetivo de esta revisión, es determinar los signos clínicos, laboratoriales y de monitorización que deben guiar el inicio de la hemotransfusión, evitando el riesgo y el uso innecesario de recursos y la demora en el inicio de la terapia, determinando la hipoxia tisular y sus consecuencias.

Contenido: Se usaron artículos científicos de ensayos clínicos y revisiones sobre varios asuntos abordados en el texto que se presentará a continuación, dividido en orientaciones según los aspectos clínicos y laboratoriales. Después de la aplicación de la estrategia de búsqueda anteriormente relatada, se identificaron 2.608 artículos científicos del género, pero solamente 17 referencias originales se seleccionaron por los criterios de inclusión.

Conclusiones: La literatura no es muy exacta sobre los criterios clínicos que deben guiar el punto ideal de inicio de la terapia transfusional, optimizando las relaciones riesgo/ y coste/beneficio. Los estudios arrojan que no hay diferencia significativa de la oferta de oxígeno (O_2) cuando se compara con los niveles de hemoglobina (Hb) entre 6 y 10 g.dL^{-1} , principalmente por la reducción de la viscosidad sanguínea, facilitando el flujo vascular a los tejidos. Existe, sin embargo, una tendencia de recomendar el gatillo de la transfusión (GT) siempre que esa tendencia alcance valores tan bajos como 6 a 7 g.dL^{-1} , y los hematíes nunca deben ser administradas con Hb en niveles mayores que 10 g.dL^{-1} , con excepción de las situaciones especiales.

Descriptor: COMPLICACIONES, Anemia; Hipoxia Celular; SANGRE, Transfusión.